

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-179467

(43)Date of publication of application : 11.07.1997

---

(51)Int.Cl. G03G 21/10  
G03G 9/08  
G03G 15/08

---

(21)Application number : 07-339350

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.1995

(72)Inventor : FUJII TAKAHISA

TAKAGI SEIICHI

TOMINAGA ETSUO

---

(54) IMAGE FORMING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method using a one-component developer suppressing defective cleaning and obtaining a stable image with a small image forming device via a small-diameter latent image carrier.

SOLUTION: This method has a latent image forming process, a developing process, a transfer process, and a cleaning process. The outer diameter of a latent image carrier is in the range of 10-20mm, the outer diameter of a developer carrier is in the range of 5-15mm, the volume average grain diameter of the toner grains is 3.5-8 $\mu$ m, and inorganic compound fine powder having the average grain diameter of 5-100nm is externally added to form a developer. A cleaning blade is used in the cleaning process.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.04.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-08664

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 16.05.2002

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 9 - 1 7 9 4 6 7

(43)公開日 平成 9 年 ( 1 9 9 7 ) 7 月 1 1 日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G03G 21/10			G03G 21/00	318
9/08			15/08	507 L
15/08	507		9/08	
				374

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平 7 - 3 3 9 3 5 0

(22)出願日 平成 7 年 ( 1 9 9 5 ) 1 2 月 2 6 日

(71)出願人 0 0 0 0 0 5 4 9 6

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

(72)発明者 藤井 隆寿

神奈川県南足柄市竹松 1 6 0 0 番地 富士  
ゼロックス株式会社内

(72)発明者 高木 誠一

神奈川県南足柄市竹松 1 6 0 0 番地 富士  
ゼロックス株式会社内

(72)発明者 富永 悦夫

神奈川県南足柄市竹松 1 6 0 0 番地 富士  
ゼロックス株式会社内

(74)代理人 弁理士 渡部 剛 (外 1 名)

(54)【発明の名称】画像形成方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 小径化した潜像保持体による小型の画像形成装置を用いて、クリーニング不良を抑制し、安定した画像が得られる一成分系現像剤を使用する画像形成方法を提供する。

【解決手段】 画像形成方法は、潜像形成工程、現像工程、転写工程、クリーニング工程を有する画像形成方法であって、潜像保持体の外径が 1 0 ~ 2 0 m m の範囲にあり、現像剤担持体の外径が 5 ~ 1 5 m m の範囲にあり、現像剤は、トナー粒子の体積平均粒子径が 3 . 5 ~ 8  $\mu$  m であり、かつ平均粒子径が 5 ~ 1 0 0 n m の無機化合物微粉末を外部添加してなり、クリーニング工程がクリーニングブレードを用いることを特徴とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 潜像保持体上に潜像を形成する工程、該潜像保持体上に現像装置内の現像剤担持体上の現像剤を用いてトナー像を形成する工程、該トナー像を転写体上に転写する工程、潜像保持体上の残留トナーを除去するクリーニング工程を有する画像形成方法において、該潜像保持体の外径が 10 ないし 20 mm の範囲にあり、該現像剤担持体の外径が 5 ないし 15 mm の範囲にあり、

$$750 \leq 5 \times S F_1 + A \leq 850 \quad (1)$$

$$S F_1 = (L^2 / B) \times (\pi / 4) \times 100 \quad (2)$$

【式中、L はトナーの長軸径 (μm) を示し、B はトナー粒子の 2 次元の投影面積 (μm<sup>2</sup>) を示す。】

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電子写真法、静電記録法等において、小径潜像保持体を用いる複写機、プリンター等に使用される一成分系現像剤による画像形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 現在、実用化されている種々の静電複写方式における乾式現像法は、トナー及び鉄粉等のキャリアを用いる二成分現像方式が最も広く用いられている方式であるが、トナー粒子がキャリア表面へ付着することにより現像剤が劣化し、また、トナーのみが消費されるため現像剤中のトナーの濃度割合が低下し、トナーとキャリアとの混合割合を一定に保つためのトナー自動濃度調節機等を必要とするため、現像装置が大型化するという欠点がある。一方、一成分現像方式は、トナーによる現像方式は二成分現像方式の現像機に設置されている自動濃度調節機等がないため現像機がコンパクトになり、また、キャリアによる汚染がなく、キャリア交換のようなメンテナンスが不要となる。そのため、低速の小型複写機やプリンターのみならず、中速以上の複写機やプリンター、プロッター等にも用いられるようになってきており、さらなる性能の向上が期待されている。

【0003】 殊に、近年、プリンターと F A X、更には、デジタル複写機とプリンターと F A X 等を合せ持つ複合機等が市場より強く求められており、益々小型化、軽量化に適合した一成分現像方式に対するニーズが拡大してきている。しかし、小型現像方式には、従来必要とされなかった種々の改善すべき新規な技術が必要とされている。

【0004】 現像後における潜像保持体のクリーニングは、通常クリーニングブレードにより行われているが、画像形成装置を小型化するために潜像保持体及び現像剤担持体の径を小さくすると、クリーニングブレードと潜像保持体との接面の曲率が大きくなりクリーニング不良が生じる。例えば、特開平 6 - 1 1 0 3 2 4 号公報には、小径の潜像保持体を用いた画像形成方法が提案されているが、潜像保持体の直径が 20 mm 以下の場合に

該現像剤担持体上の現像剤は、トナー粒子の体積平均粒子径が 3.5 ないし 8 μm であり、かつ平均粒子径が 5 ないし 100 nm の無機化合物微粉末を外部添加してなり、下記式 (2) で示されるトナー粒子の形状係数 (S F<sub>1</sub>) と無機化合物微粉末の強付着量 (A) が下記式

(1) の条件を満たす一成分系現像剤であって、クリーニング工程がクリーニングブレードを用いることを特徴とする画像形成方法。

は、ブレードと潜像保持体との接面の曲率が無視し得ない程大きいと、ブレードと潜像保持体との接する面積が小さくなり、潜像保持体のクリーニングが急激に困難になるという問題がある。従来、この問題の改善手段として採用されてきたブレードの線圧を高くする方法は、小径ロールの場合にはロール自体の曲げ強度が小さくなっているため、潜像保持体が撓んでしまい、クリーニング不良を改善することができないという問題を有している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、従来の技術における上記した問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、画像形成装置を小型化するために、小径化した潜像保持体を用いてもクリーニング不良を抑制し、安定した画像が得られる一成分現像剤を使用する画像形成方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、特定の成分系現像剤を用いて、ドット再現性、細線再現性およびデジタル潜像を忠実に再現する階調性の優れた画像形成方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明者等は、潜像保持体の径が 20 mm 以下の小型現像装置において、クリーニング不良を発生させることなく、実用上十分現像性が得られる画像形成方法について鋭意検討した結果、特定の範囲の粒子径を持つトナー粒子において、外部添加剤の付着強度の強付着量の割合および形状係数 S F<sub>1</sub> の値との関係式を特定の範囲に規定することにより優れた画像形成が可能な一成分系現像剤が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】 すなわち、本発明の画像形成方法は、潜像保持体上に潜像を形成する工程、該潜像保持体上に現像装置内の現像剤担持体上の現像剤を用いてトナー像を形成する工程、該トナー像を転写体上に転写する工程、潜像保持体上の残留トナーを除去するクリーニング工程を有する画像形成方法であって、該潜像保持体の外径が 10 ないし 20 mm の範囲にあり、該現像剤担持体の外径が 5 ないし 15 mm の範囲にあり、該現像剤担持体上の現像剤は、トナー粒子の体積平均粒子径が 3.5 ないし 8 μm であり、かつ平均粒子径が 5 ないし 100 nm の

無機化合物微粉末を外部添加してなり、下記式 ( 2 ) で示されるトナー粒子の形状係数 ( S F<sub>i</sub> ) と無機化合物微粉末の強付着量 ( A ) が下記式 ( 1 ) の条件を満たす

$$750 \leq 5 \times S F_i + A \leq 850 \quad (1)$$

$$S F_i = (L^2 / B) \times (\pi / 4) \times 100 \quad (2)$$

[式中、Lはトナーの長軸径 ( μ m ) を示し、Bはトナー粒子の2次元の投影面積 ( μ m<sup>2</sup> ) を示す。]

本発明における「強付着量 ( A ) 」とは、外部添加されたトナー粒子に、水溶液中において周波数 2 0 k H z 、出力 6 0 W で 3 0 分間超音波振動を付与した後、超音波振動の付与前に付着していた外部添加剤量に対する脱離しなかった外部添加剤量の割合 ( 重量 % ) を意味する。

【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。本発明に使用される一成分系現像剤においては、トナー粒子は、結着樹脂中に磁性体微粉末、着色剤、低分子量ワックス等の離型剤及び帯電制御剤等を適宜混合して構成される。このトナー粒子としては、高画質化のために比較的小粒子径のものであって、

体積平均粒子径 D<sub>50</sub> が 3 . 5 ~ 8 μ m の範囲にあるものを使用する。

【 0 0 0 9 】本発明におけるトナー粒子の結着樹脂としては、公知の合成樹脂及び天然樹脂が用いることができ、具体的には、1種または2種以上のビニルモノマーの重合体またはその共重合体である。これらの重合体を得るために用いられる代表的なビニルモノマーとしては、スチレン、P-クロルスチレン、ビニルナフタレン、例えば、エチレン、プロピレン、ブチレン、イソブチレン等のエチレン系不飽和モノオレフィン類、例えば、塩化ビニル、臭化ビニル、フッ化ビニル等のハロゲン化ビニル類、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、安息香酸ビニル、ギ酸ビニル、ステアリン酸ビニル、カプロン酸ビニル等のビニルエステル類、例えば、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸 n-ブチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸 n-オクチル、アクリル酸 2-クロロエチル、アクリル酸フェニル、メチル-α-クロロアクリレート、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル等のエチレン性モノカルボン酸及びそのエステル類、例えば、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、アクリルアミド等のエチレン性モノカルボン酸置換体、例えば、マレイン酸ジメチル、マレイン酸ジエチル、マレイン酸ジブチル等のエチレン性カルボン酸及びそのエステル類、例えば、ビニルメチルケトン、ビニルヘキシルケトン、メチルイソプロペニルケトン等のビニルケトン類、例えば、ビニルメチルエーテル、ビニルイソブチルエーテル、ビニルエチルエーテル等の如きビニルエーテル類、例えば、ビニリデンクロリド、ビニリデンクロロフロリド等のビニリデンハロゲン化物、例えば、N-ビニルピロール、N-ビニルカルバゾール、N-ビニルイ

一成分系現像剤であって、クリーニング工程がクリーニングブレードを用いることを特徴とする。

ンドール、N-ビニルピロリドン等のN-ビニル化合物等が挙げられる。

【 0 0 1 0 】本発明において、磁性一成分系現像方式のトナーとして用いる際の磁性微粉末としては、公知の磁性体、例えば、鉄、コバルト、ニッケル等の金属及びこれらの合金、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、γ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、コバルト添加酸化鉄等の金属酸化物、MnZnフェライト、NiZnフェライト等の各種フェライト、マグネタイト、ヘマタイト等が挙げられ、さらに、それらの表面をシランカップリング剤、チタネートカップリング剤等の表面処理剤で処理したもの、または樹脂コーティングしたもの等が挙げられる。

【 0 0 1 1 】これらの磁性体微粉末を含有させる場合、その混合割合は、トナー粒子全体に対して 3 0 ~ 7 0 重量 % の範囲であることが好ましく、より好ましくは 3 5 ~ 6 5 重量 % の範囲である。磁性微粉末が 3 0 重量 % より少ない場合には、トナー担持体のマグネットによるトナーの拘束力が低下してトナー飛散の問題が発生し、また、7 0 重量 % を超える場合は、濃度の再現性が低下するという問題がある。また、着色、荷電制御、電気抵抗制御等を目的として、種々の顔料及び染料を用いることができる。例えば、カーボンブラック、ニグロシン等のアジン系染料、サリチル酸クロム錯体のようなクロム系染料、マレイン酸を単量成分として含む共重合体の如き高分子酸、4級アンモニウム塩、アニリンブルー、クロムイエロー、群青、メチレンブルークロライド、フタロシアニンブルー、ローダミン 6 G レーキ等を添加することができる。

【 0 0 1 2 】本発明において、耐オフセット性をより完全なものにするために、離型剤を添加してもよい。離型剤としては、炭素数 8 以上のパラフィン、パラフィンワックス、パラフィンラテックス、マイクロクリスタリンワックス等、ポリエチレンまたはポリプロピレン等が使用される。本発明の一成分系現像剤は、トナー粒子に、外部添加剤として、コロイダルシリカ微粒子を始めとする無機化合物の微粉末が使用され、必要に応じて、流動性向上剤、帯電制御剤、離型剤、クリーニング助剤、ワックス等の添加剤を配合することもできる。

【 0 0 1 3 】本発明に使用される上記無機化合物としては、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、CuO、ZnO、SnO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO、CaO、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、ZrO<sub>2</sub>、CaO・SiO<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>O (TiO<sub>2</sub>)、MgCO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・2SiO<sub>2</sub>、BaSO<sub>4</sub>、MgSO<sub>4</sub>等を例示することができ、好ましくは SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>

、A1:O<sub>2</sub>があげられるが、これらに限定されるものではなく、また、それらの1種または2種以上を併用してもよい。また、これらを外部添加剤として用いる際の添加粒子径としては、0.1μm以下であることが好ましく、また、その添加量は、トナー粒子に対して、0.1～10重量%の範囲で用いられる。

【0014】本発明における現像剤担持体としては、その直径が5～15mmの範囲のものが使用される。直径が15mmを越えると装置の小型化が図れず、5mmより小さいと内部磁石の設置が困難になる。現像剤担持体の基体には、金属板を丸めて接合部をTIG溶接して円形状としたものに、感光層を設けたものを用いてもよい。その他、その基体には、アルミニウム、SUSステンレス鋼、ニッケル等を使用することもでき、また、基体にカーボンブラック、アルミ導電粉等を分散させた樹脂層を設けてもよい。また、適度な帯電を維持するために、基体表面の酸化、金属メッキまたは化学処理等の処理を施してもよい。また、層形成を安定化させるために、担持体表面を適度に粗面化してもよい。

【0015】本発明における潜像保持体としては、その直径が10～20mmの範囲のものが使用される。直径が20mmを越えると装置の小型化が図れず、10mmより小さいと現像領域が狭くなることにより現像性が低下し、また、転写及びクリーニングを充分に行うことができなくなる。潜像保持体の基体には、金属板を丸めて接合部をTIG溶接して円筒形状としたものに感光層を設けてなるものが好ましい。また、該円筒状潜像保持体が、基体の外周部にフランジ内周部を嵌合させ、駆動フランジが付いたものを使用してもよい。

【0016】本発明のクリーニング工程に使用されるクリーニングブレードとしては、公知の材料を用いること

$$750 \leq 5 \times SF_1 + A \leq 850$$

上記したトナー粒子の形状係数 $SF_1$ は、下記式(2)で示される。

$$SF_1 = (L^2 / B) \times (\pi / 4) \times 100 \quad (2)$$

式(2)において、 $L$ はトナーの長軸径(μm)であり、 $B$ はトナー粒子の2次元の投影面積(μm<sup>2</sup>)であって、これらの値を測定することにより、トナー粒子の形状係数( $SF_1$ )を算出する。この場合、 $L$ は4～9μmの範囲であり、 $SF_1$ は、120～170の範囲であるものが好ましい。また、トナー粒子に外部添加している無機化合物微粉末の強付着量の重量%( $A$ )を測定する。なお、強付着量は、前記した定義により求められる。

【0020】本発明に用いる現像剤が式(1)を満たす条件は、上記した $SF_1$ 及び $A$ より求めることができる。本発明においては、式(1)における「 $5 \times SF_1 + A$ 」の値は、750～850の範囲であることが必要であり、好ましくは770～830の範囲である。「 $5 \times SF_1 + A$ 」の値が、750より小さいと現像装置で

ができる。例えば、ウレタンゴム、シリコンゴム等が挙げられ、また、弾力を有する樹脂をブレードとし、またそれらを金属等のブレードの先端にチップ状として用いてもよい。これらのブレードは、潜像保持体の移動方向と、順方向または逆方向に圧接して用いられるが、本発明においては、順方向に圧接して用いることが望ましい。潜像保持体とブレードとの圧接における線圧は10～150g/cmが望ましい。また、ブラシクリーニング法等の他のクリーニング方法と組合わせてもよい。

【0017】本発明におけるトナー粒子は、公知の如何なる方法によっても製造できるが、特に、粉碎方式によるものが好ましい。本発明におけるトナー粒子の形状係数は、粉碎方式により殆ど決められるため、本発明においては、I式ミルにより粉碎することが望ましい。すなわち、結着樹脂、磁性体微粉末、離型樹脂及び着色剤等を熱混練機を用いて溶融混練し、冷却後I式ミルによって粉碎し、これを分級してトナーを得る方法が望ましい。さらに、必要に応じて、所望の添加剤をヘンシェルミキサー等の混合機により充分混合して得ることができる。また、トナー粒子の形状係数は、粉碎方式のほか、トナー組成の磁性体微粉末量及び離型樹脂量等によっても操作することができる。

【0018】本発明の画像形成方法に用いる一成分現像剤は、上記方法で得られるトナー粒子が、高画質化のため小粒子径トナーであって、その体積平均粒子径 $D_{50}$ が3.5～8μmの範囲のものであり、かつ、平均粒子径が5ないし100nmの無機化合物微粉末を外部添加してなるものであり、さらに、トナー粒子の形状係数( $SF_1$ )および無機化合物微粉末の強付着量の重量%( $A$ )が下記式(1)の条件を満たすものである。

$$(1)$$

【0019】

はクリーニングブレードと潜像保持体の接面との曲率が大きく、球形に近いトナーはブレード面で回転してしまい、トナーを掻きあげることができず、クリーニング不良を発生することになり、一方、850より大きいとトナー形状は歪みが大きく、帯電の均一性およびトナーの流動性の面で実用的でない。また、強付着量は、35重量%以上であることが好ましい。強付着量がそれより少ないと遊離外添剤量が多くなり、上記「 $5 \times SF_1 + A$ 」の範囲にあってもフィルミング等の欠点を完全に抑制することはできない。

【0021】

【実施例】以下、本発明を実施例を用いて説明するが、本発明はこれらにより何ら限定されるものではない。

「トナーの粒度測定」トナー粒度測定は、コールカウンタ社製粒度測定装置TA-11によりアパーチャー径1

0.0 μm で測定した。

「外部添加剤の付着強度の規定」強付着量は、トナーの分散液中において超音波振動（出力 60 W、周波数 20 kHz）を 30 分間加えた後、トナー粒子から脱離せずに付着している外部添加剤微粒子の超音波振動付与前に付着している全外部添加剤微粒子量に対する重量割合（%）を表す。

「外添剤付着強度の測定法」付着強度は次のようにして測定される。0.2% の界面活性水溶液 40 ml 中にトナー粒子 2 g を添加し、トナー粒子が水溶液に濡れるように十分に分散させる。この状態で周波数 20 kHz の

結着樹脂：スチレン-n-ブチルアクリレート共重合体 （組成比 80/20）（重量平均分子量 Mw：800,000）	80 重量部
カーボンブラック （商品名：リーガル 330 キャボット社製）	11 重量部
負帯電性帯電制御剤 （A1 含有帯電制御剤）	6 重量部
ポリプロピレンワックス （商品名：660P、三洋化成社製）	3 重量部

上記材料をヘンシェルミキサーにより粉体混合し、これを設定温度 140℃ のエクストルーダーにより熱混練した。冷却後、粗粉碎、I 式ミルで微粉碎し、50% 体積平均粒子径 D50 が 6.8 μm の粉碎品を得た。さらにこの粉碎品を分級して、D50 が 7.3 μm の分級品を得た。得られたトナー粒子分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 35 m/秒 × 10 分）で混合外添し、現像剤 1 を得た。得られた現像剤 1 における外部添加剤の強付着量は、56 重量% であり、トナー粒子の形状係数 SF<sub>1</sub> は、トナーの長軸径が 7.0 μm であり、また、トナー粒子の 2 次元の投影面積が 25.5 μm<sup>2</sup> であって、151 であり、したがって、「5 × SF<sub>1</sub> + A」の値は、811 であった。

【0023】このように作製した現像剤 1 は、以下に示す装置を用いて測定することにより評価を行った。プリンター（XP-15、富士ゼロックス社製）を改造し、潜像保持体として表面に赤外線感度を有する有機感光層を持つ外径 16 mm の円筒状感光体を用い、現像剤担持体として表面研磨した外径 12 mm の樹脂コートスリー

結着樹脂：スチレン-n-ブチルアクリレート共重合体 （組成比 80/20）（重量平均分子量 Mw：130,000）	46 重量部
磁性粉：マグネタイト	50 重量部
帯電制御剤：アゾ系 Fe 染料	2 重量部
低分子量ポリプロピレン	2 重量部

上記材料を用いて、現像剤 1 と同様にして D50 が 6.8 μm の I 式ミル粉碎品を得、これを分級して 7.3 μm のトナーを得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1.0 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 40 m/秒 × 10 分）で混合外添し、現像剤 3 を得た。得

超音波振動を所定の出力で所定時間付与し、トナー粒子から脱離した外部添加剤を測定する。本発明においては、出力 60 W において 30 分間超音波振動を付与した後、脱離した外部添加剤量と超音波振動付与前に付着している外部添加剤量との割合（重量%）を算出した。

「トナー形状係数の測定法」ニレコ社製画像回析装置ルーゼックス III を用いて、上記式（2）におけるトナーの長軸径およびトナー粒子の 2 次元の投影面積をそれぞれ測定し、トナーの形状係数を求めた。

#### 【0022】実施例 1

20 ブを有する現像ロールを用いた。また、この装置に用いるクリーニングブレードとして、硬度 70 度、板厚 2.0 mm のウレタンブレードを潜像保持体と線圧 30 g/cm でドクターブレード方式で設置し、20,000 枚印字後の印字濃度及びフィルミングの発生の有無について確認した。

#### 【0024】実施例 2

30 実施例 1 と同じ材料を用いて、現像剤 1 と同様にして D50 が 4.8 μm の I 式ミル粉碎品を得、これを分級して 5.2 μm のトナーを得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対し、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1.5 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 35 m/秒 × 10 分）で混合外添し、現像剤 2 を得た。得られた現像剤 2 における外部添加剤の強付着量は、44 重量% であり、「5 × SF<sub>1</sub> + A」の値は、776 であった。また、潜像保持体の径が 12 mm のもの及び現像担持体の径が 8 mm のものを用いた以外は、実施例 1 と同様の装置を用いて現像剤 2 の評価を行った。

#### 【0025】実施例 3

得られた現像剤 3 における外部添加剤の強付着量は、68 重量% であり、「5 × SF<sub>1</sub> + A」の値は、782 であった。また、潜像保持体の径が 18 mm のもの及び現像担持体の径が 14 mm のものを用いた以外は、実施例 1 と同様の装置を用いて現像剤 3 の評価を行った。

#### 【0026】実施例 4

実施例 3 と同じ材料を用いて、現像剤 1 と同様にして D50 が 5.1  $\mu\text{m}$  の I 式ミル粉砕品を得、これを分級して 5.3  $\mu\text{m}$  のトナーを得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1.5 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 35 m/秒  $\times$  10 分）で混合外添し、現像剤 4 を得た。得られた現像剤 4 における外部添加剤の強付着

結着樹脂：スチレン-*n*-ブチルアクリレート共重合体 75 重量部  
 （組成比 80/20）（重量平均分子量 Mw：930,000）  
 カーボンブラック 15 重量部  
 （商品名：リーガル 330 キャボット社製）  
 負帯電性帯電制御剤 8 重量部  
 （A1 含有帯電制御剤）  
 ポリプロピレンワックス 2 重量部  
 （商品名：660P、三洋化成社製）

上記材料をヘンシェルミキサーにより粉体混合し、これを設定温度 140℃ のエクストルーダーにより熱混練した。冷却後、粗粉砕、KTM 式粉砕装置で微粉砕し、D50 が 5.6  $\mu\text{m}$  の粉砕品を得た。さらに、この粉砕品を分級して、D50 が 5.8  $\mu\text{m}$  の分級品を得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 25 m/秒  $\times$  20 分）で混合外添し、現像剤 5 を得た。得られた現像剤 5 における外部添加剤の強付着量は、41 重量%であり、「5  $\times$  SF + A」の値は、729 であった。また、潜像保持体の径が 14 mm のもの及び現像担持体の径が 10 mm のものを用いた以外は、実施例 1 と同様の装置を用いて現像剤

結着樹脂：スチレン-*n*-ブチルアクリレート共重合体 40 重量部  
 （組成比 80/20）（重量平均分子量 Mw：130,000）  
 磁性粉：マグネタイト 55 重量部  
 帯電制御剤：アゾ系 Fe 染料 2 重量部  
 低分子量ポリプロピレン 3 重量部

上記材料をヘンシェルミキサーにより粉体混合し、これを設定温度 140℃ のエクストルーダーにより熱混練した。冷却後、粗粉砕、KTM 式粉砕装置で微粉砕し、D50 が 6.2  $\mu\text{m}$  の粉砕品を得た。さらに、この粉砕品を分級して、D50 が 6.9  $\mu\text{m}$  の分級品を得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 35 m/秒  $\times$  10 分）で混合外

結着樹脂：スチレン-*n*-ブチルアクリレート共重合体 56 重量部  
 （組成比 80/20）（重量平均分子量 Mw：130,000）  
 磁性粉：マグネタイト 40 重量部  
 帯電制御剤：アゾ系 Fe 染料 2 重量部  
 低分子量ポリプロピレン 2 重量部

上記材料をヘンシェルミキサーにより粉体混合し、これを設定温度 140℃ のエクストルーダーにより熱混練した。冷却後、粗粉砕、KTM 式粉砕装置で微粉砕し、D50 が 6.2  $\mu\text{m}$  の粉砕品を得た。さらに、この粉砕品を

量は、61 重量%であり、「5  $\times$  SF + A」の値は、793 であった。また、潜像保持体の径が 12 mm のもの及び現像担持体の径が 8 mm のものを用いた以外は、実施例 1 と同様の装置を用いて現像剤 4 の評価を行った。

【0027】比較例 1

5 の評価を行った。

【0028】比較例 2

比較例 1 と同じ材料を用いて、現像剤 5 と同様にして D50 が 5.6  $\mu\text{m}$  の粉砕品を得、これを分級して 5.8  $\mu\text{m}$  のトナーを得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1.3 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 30 m/秒  $\times$  10 分）で混合外添し、現像剤 6 を得た。得られた現像剤 6 における外部添加剤の強付着量は、27 重量%であり、「5  $\times$  SF + A」の値は、781 であった。

【0029】比較例 3

添し、現像剤 7 を得た。得られた現像剤 7 における外部添加剤の強付着量は、56 重量%であり、「5  $\times$  SF + A」の値は、714 であった。また、潜像保持体の径が 14 mm のもの及び現像担持体の径が 10 mm のものを用いた以外は、実施例 1 と同様の装置を用いて現像剤 7 の評価を行った。

【0030】比較例 4

分級して、D50 が 6.8  $\mu\text{m}$  の分級品を得た。得られたトナー分級品 100 重量部に対して、直径 12 nm の疎水性コロイダルシリカ 1 重量部をヘンシェルミキサー（500 リットル、周速 40 m/秒  $\times$  10 分）で混合外

添し、現像剤 8 を得た。得られた現像剤 8 における外部添加剤の強付着量は、67 重量%であり、「 $5 \times SF_1 + A$ 」の値は、873 であった。また、潜像保持体の径が 18 mm のもの及び現像担持体の径が 14 mm のものを用いた以外は、実施例 1 と同様の装置を用いて現像剤 8 の評価を行った。

【0031】上記した各実施例及び比較例により作製した現像剤 1～8 について、評価した結果を表 1 に示す。なお、画像濃度 (SAD) は、X-r i t e 濃度計によって測定し、その評価基準としては、○は 1.3 以上のもの、×は 1.3 未満のものとした。

【0032】

【表 1】

	20,000枚後 SAD (画像濃度)	20,000枚後感材上 トナーフィルミング
実施例 1	○	発生せず
実施例 2	○	発生せず
実施例 3	○	発生せず
実施例 4	○	発生せず
比較例 1	○	2,000 枚で発生
比較例 2	○	3,500 枚で発生
比較例 3	○	1,700 枚で発生
比較例 4	×	発生せず

【0033】

【発明の効果】本発明は、上記のように、トナー粒子の形状及び外部添加剤の付着強度等を特定の範囲に規定した一成分系現像剤を用いることにより、小径の潜像保持体でもクリーニングブレード方式により長期に亘ってクリーニング不良が防止でき、しかも実用上十分な濃度の画像であり、かつ優れた画質安定性を有する画像が得られる画像形成方法を提供することができる。